



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Übersetzung der
europäischen Patentschrift**

⑨⑦ **EP 0 533 891 B 1**

⑩ **DE 692 32 024 T 2**

⑨ Int. Cl.⁷:
G 06 T 11/00
G 06 K 9/00
A 61 B 5/00
G 07 C 9/00

⑫①	Deutsches Aktenzeichen:	692 32 024.5
⑫⑤	PCT-Aktenzeichen:	PCT/US92/01805
⑫⑥	Europäisches Aktenzeichen:	92 908 784.9
⑫⑦	PCT-Veröffentlichungs-Nr.:	WO 92/16910
⑫⑧	PCT-Anmeldetag:	18. 3. 1992
⑫⑦	Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung:	1. 10. 1992
⑫⑦	Erstveröffentlichung durch das EPA:	31. 3. 1993
⑫⑦	Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	29. 8. 2001
⑫⑦	Veröffentlichungstag im Patentblatt:	18. 4. 2002

⑮⑩ Unionspriorität:

672320 20. 03. 1991 US

⑮⑨ Patentinhaber:

Prokoski, Francine J., Reston, Va., US; Coffin,
Jeffrey S., Sterling, Va., US; Riedel, Robert B., Great
Falls, Va., US

⑮④ Vertreter:

BOEHMERT & BOEHMERT, 80336 München

⑮⑧ Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, NL, SE

⑮⑦ Erfinder:

gleich Anmelder

⑮⑤ **VERFAHREN ZUR PERSONENIDENTIFIKATION DURCH DIE ANALYSE ELEMENTARER FORMEN AUS
BIOSENSORDATEN**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 692 32 024 T 2

DE 692 32 024 T 2

BEST AVAILABLE COPY

692 32 024.5-08
Francine Prokoski et al.
P 30037 (L)

Das Problem der Bestätigung der Identität eines Individuums oder der Überprüfung, ob ein Individuum die Person ist, die sie vorgibt zu sein, ist ein gemeinsames Problem, dem Individuen, Unternehmen und Regierungen ständig gegenüberstehen. Verfahren für die positive Identifikation eines Individuums umfassen üblicherweise, daß man sich auf die Kenntnis beschränkter Information (wie ein Paßwort), den Besitz eines beschränkten Gegenstands (wie einen Zugangsschlüssel) oder das physische Auftreten (wie die Übereinstimmung mit einem Referenzbild) verläßt.

Sicherheit, die auf Wissen oder Besitz basiert, kann, ohne entdeckt zu werden, gefährdet werden, weil die Information oder der Gegenstand seinem rechtmäßigen Benutzer entwendet werden können. Das dritte Verfahren, das im allgemeinen als biometrische Technik bezeichnet ist, wird als weniger verwundbar gegen falsche Identifizierung betrachtet. Die am besten bekannte biometrische Technik und die, welche als am sichersten betrachtet wird, ist die Analyse des Fingerabdrucks. Es gibt jedoch auch andere biometrische Techniken. Die Erfindung betrifft eine Identifikationstechnik, die ein thermisches Bild verwendet.

Die Hauttemperatur ist eine Folge des Gleichgewichts zwischen der Wärmeströmung von dem Gewebe zur Hautoberfläche und der Wärmeströmung von der Oberfläche zur Umgebung. Die Grundmechanismen für den Transport von Wärme von dem Gewebe zur Hautoberfläche umfassen die Leitung durch das Gewebe und die Konvektion durch die Strömung von Blut aus der warmen arteriellen Versorgung durch das kapillare Bett in das Venensystem. Wärmeerzeugung durch Stoffwechsel ist ein zweitrangiger Einfluß im Vergleich zu den Konvektions-Transportmechanismen des Bluttransports. Bei Abwesenheit aktiver oberflächlicher Venen ist daher die diffuse avaskuläre Hauttemperatur direkt verknüpft mit der Blutperfusion pro Volumeneinheit des Gewebes, einschließlich der Haut selbst sowie dem Gewebe, das etwa 2 bis 3 cm tief unter der Haut liegt. Aktive oberflächliche Venen sind ebenfalls mögliche Indikatoren für örtliche Blutströmung. Diese zeigen sich als genau definierte Muster erhöhter Hauttemperatur. Die Hauttemperatur unmittelbar über den Venen ist nur einige zehntel Grad Celsius niedriger als die Temperatur des Blutes, das in den Venen selbst fließt.

Eine Abweichung von 3,5 Grad Fahrenheit ergibt sich üblicherweise über der menschlichen Gesichtsoberfläche. In dem Fall extremer medizinischer Anormalitäten oder wenn die Umgebungstemperatur extrem ist, kann der Bereich doppelt so groß sein, und sein Mittelwert kann variieren. Die von dem Gesicht abgegebene Wärmeenergie wird in elektrische Energie umgewandelt und durch den elektronischen Schaltkreis eines thermischen Abbildungssystems stark verstärkt. Nach der Verstärkung wird die elektrische Energie digitalisiert. Ein Gesichtsthermogramm ist das sich ergebende zweidimensionale Bild, das durch Abtasten jedes Bereichs des Gesichts mit einem oder mehreren Detektoren, die im Infrarotbereich empfindlich sind, erhalten wird. Die am häufigsten verwendeten medizinischen thermischen Abbildungseinrichtungen erzeugen ein Bild, das ungefähr 60.000 einzelne Wärmeaufzeichnungspunkte umfaßt. Die meisten üblicherweise verwendeten, abtastenden Infrarotkameras messen die Venentemperatur nicht präzise, weil die Modulations-Übertragungsfunktion der Optik dieser Kameras eine Messung erzeugt, die über beinahe 1 cm² der Abtastfläche auf die mittlere Temperatur bezogen ist. Die Größe der Vene beeinflusst somit die angezeigte Temperatur.

Da ein Thermograph mit Abstand zu dem Subjekt arbeitet und nur Strahlungswärme erfaßt und aufzeichnet, die von der Körperoberfläche spontan abgegeben wird, stellt er ein schmerzloses, nicht eindringendes, passives Verfahren zum Aufzeichnen der Oberflächentemperatur des Körpers dar. Im allgemeinen sind die Nase, Backen, Ohren und avaskularen Ecken der Augen kühl, ebenso die durch Haare isolierten Augenbrauen, Wimpern und Kopfhautbereiche. Der vordere Teil der Stirn ist warm und hat einen schmalen Bereich der Temperaturänderung über seiner Oberfläche. Wärme wird normalerweise in Hautfalten eingefangen, an den Augenwinkeln und entlang der freien Ränder der Augenlider. Bei gesunden Subjekten findet man im wesentlichen, fast ohne Ausnahme, symmetrische Gesichtsthermogramme.

Gemäß der Erfindung werden Gesichtsthermogramme verarbeitet, um aus diesen elementare thermische Formen abzuleiten. Die elementaren thermischen Formen sind, wie ein Fingerdruck, eindeutig für ein Individuum. Die Identität eines Individuums kann daher bestätigt werden, indem aktuelle elementare thermische Formen und Strukturen mit Bezugswerten verglichen werden.

Individuen identifizieren einander hauptsächlich durch Erkennen ihrer Gesichter. Es ist daher verständlich, daß Systeme entwickelt werden, die versuchen nachzuahmen, wie Personen einander erkennen. Es wurden verschiedene Patente erteilt, die bekannte photographische oder

andere visuelle Bilder für den Vergleich mit unbekannten Bildern verwenden, um die Erkennungsaufgabe zu automatisieren. Bei dem Gesichtskurvenverfahren des U.S. Patentes Nr. 3,805,238 von Rothfjell werden Gesichtskurven (zwei- oder dreidimensionale) eines Individuums aus der Frontansicht, aus einem Winkel von 45° und im Profil (90° Winkel) auf einer Identitätskarte oder in einer Datenverarbeitungseinrichtung gespeichert. Die Identifikation des Individuums wird ausgeführt, indem zunächst visuelle die Photographien auf der Identitätskarte mit dem Individuum verglichen werden, das die Karte vorlegt, und dann ein Bild des Individuums aufgenommen wird und die auf der Identitätskarte gespeicherten Kurven mit aus dem Bild abgeleiteten Kurven von einem Computer automatisch verglichen werden. Rothfjell verwendet keine thermischen Bilder zum Identifizieren von Individuen. Rothfjell ist begrenzt auf die Erfassung und Analyse der sichtbaren Konturen des menschlichen Gesichts. Dieses Verfahren erfordert, daß das Subjekt bei einem vorgegebenen Abstand und mit einem vorgegebenen Winkel und gut beleuchtet steht. Zusätzlich berücksichtigt das Verfahren von Rothfjell nicht Variablen, welche die Gesichtskonturen verzerren, wie Gesichtshaar, Gewichtsveränderungen, Gesichtsausdruck, Verkleidungen, kosmetische Operationen und Alterung. Zusätzlich verläßt sich das Verfahren von Rothfjell auf die Analyse der Gesichtskonturen und nicht der Gesichtsstrukturen und Formen, was die Zuverlässigkeit des Identifikationsprozesses von Rothfjell beschränkt. Diese Beschränkungen machen das Verfahren von Rothfjell nachteilhaft für die Lösung des Problems der Fernidentifikation.

Es ist im Stand der Technik auch bekannt, Gesichtsmerkmale unter Verwendung von Verhältnissen zu messen, die aus einer Gruppe von Messungen erhalten werden, die an einem Gesicht aufgenommen werden, wie in dem U.S. Patent Nr. 4,975,969 von Tal offenbart. Die Verwendung binärer Bilder, die durch das Anlegen eines Schwellwerts an Gesichtsbilder erhalten werden, die unter relativ unkontrollierten Bedingungen aufgenommen wurden, und das Finden der besten Übereinstimmung innerhalb kleiner Gruppen bekannter Individuen ist in dem U.S. Patent Nr. 4,858,000 von Lu offenbart.

Die Zeit, die für das Aufnehmen und die Überprüfung nötig ist, die Schwierigkeit bei der Automatisierung der Techniken und die Schwankungen, die sich aus Beleuchtungsbedingungen und Schatten ergeben, sind wesentliche Beschränkungen für eine routinemäßige, unbeaufsichtigte Verwendung dieser und anderer Gesichtserkennungssysteme, die Photographien oder Videobilder verwenden. Zusätzlich sind solche System gegen Fälschung durch Verkleiden und die Verwendung von Photographien oder Puppen angreifbar.

Identifikationstechniken, welche thermische Infrarotabbildung verwenden, sind im Stand der Technik bekannt, wie sich aus dem U.S. Patent Nr. 4,699,149 von Rice ergibt. Dieses Patent konzentriert sich auf die Erkenntnis, daß die Anordnung von Venen in einem lokalen Teil des Körpers eines Individuums ein eindeutiges Kennzeichen dieses Individuums ist. Die Identifikation wird durch lineares Abtasten eines Bereichs der Haut am Handgelenk und durch Erfassen der Position der Blutgefäße unter der Haut durch Messen eines Parameters, wie die Reflexion der einfallenden Strahlung, durchgeführt. Ein Wandler wird darauf festgelegt, einem bestimmten Weg zu folgen, und die resultierenden linearen Abtastmessungen werden mit einem Schwellwert verglichen, um ein binäres Bild zu erzeugen, das die Identifikationssignatur bildet. Die gemessene Signatur und eine vorgegebene Signatur an derselben Stelle werden verglichen.

Dem System von Rice wohnen einige Nachteile inne. Die aktive Beleuchtung oder Erwärmung des abgetasteten Bereichs ist z.B. notwendig, sowie die identische Nachbildung des kleinen Hautbereichs, der zum Abtasten ausgewählt wird. Diese Anforderungen können dem Individuum Unbehagen verursachen. Die Identifikation kann ferner nicht aus der Entfernung überprüft werden, wie dies für Sicherheitszugangssysteme notwendig ist.

Eine andere Technik, die Infrarotabbildung verwendet, ergibt sich aus dem U.S. Patent Nr. 4,445,516 von Wollnik et al. Wollnik lehrt einen Prozeß für die Digitalisierung thermographischer Aufzeichnungen. Der Prozeß von Wollnik analysiert thermographische Daten zum Erkennen anormaler Temperaturverteilungen. Dieser Prozeß umfaßt das Digitalisieren von Temperaturwerten bei verschiedenen Punkten und die Berechnung eines Temperaturgradienten gestützt auf diese Information. Das Vergleichen der aufgezeichneten Information von gesundem Gewebe mit dem gemessenen Temperaturgradienten erlaubt die Erfassung von mit Krebs belasteten Materialien. Dieses Verfahren ist brauchbar für das medizinische Gebiet, es hat jedoch nichts mit der Lösung des Problems der Fernidentifikation zu tun. Tatsächlich kann das Verfahren von Wollnik nicht zum Identifizieren von Individuen aus der Ferne eingesetzt werden und versucht nicht, dieses Problem zu lösen. Das Verfahren von Wollnik ist vielmehr auf die Unterscheidung von gesundem Gewebe und ungesundem Gewebe beschränkt und kann nicht dazu verwendet werden, Individuen zu identifizieren, weil auf der Grundlage der Erfindung von Wollnik gesunde Individuen und gesundes Gewebe identische gesunde Tem-

peraturgradienten haben und die Erfindung von Wollnik daher nicht zwischen zwei verschiedenen Personen unterscheiden könnte.

Die Erfindung wurde entwickelt, um diese und andere Nachteile der früheren Identifikationstechniken zu überwinden, indem ein passives Identifikationsverfahren bereitgestellt wird, mit dem eindeutige Elementarformen aus einem thermischen Bild eines Individuums extrahiert werden.

Es somit eine Hauptaufgabe der Erfindung, ein Verfahren für die Identifikation von Individuen aufgrund von Biosensordaten gemäß Anspruch 1 anzugeben. Ein thermisches Bild eines Teils des Körpers des Individuums wird gemäß dessen thermischen Energiemustern erzeugt. Das thermische Bild wird verarbeitet, um eine digitale Darstellung des Bildes zu erzeugen. Die digitale Darstellung umfaßt eine Matrix aus Pixeln, und die Intensität jedes Pixels entspricht dem Pegel der thermischen Energie eines entsprechenden Teiles des Bildes. Das digitale Bild wird normiert, um Variablen zu eliminieren und ein Bild zu erzeugen, das elementare thermische Formen enthält, welche Konturen umfassen, die eindeutigen strukturellen Merkmalen des Individuums entsprechen. Die Normierung wird ausgeführt, indem das Bild auf einen Bereich maximaler Eindeutigkeit und Unterscheidbarkeit der thermischen Merkmale beschnitten wird, wie das Auge und den Nasenbereich des Gesichts des Individuums, die Größe des Bildes standardisiert wird und das Bild an ein Standardhistogramm abgeglichen wird. Das verarbeitete Bild wird für die nachfolgende Identifikation des Individuums gespeichert.

Gemäß einer weiteren Aufgabe der Erfindung wird ein Bereich des Bildes, der bestimmte elementare interessierende Formen enthält, durch Geometrie, Mathematik oder als Bitabbildung des Bereichs definiert, um eine Signatur des Individuums vorzusehen.

Korrelationstechniken werden verwendet, um eine zuvor definierte Referenzsignatur eines Individuums mit einer aktuell definierten Signatur zu vergleichen, um die Identität des Individuums zu bestätigen.

Weitere Aufgaben und Merkmale der Erfindung ergeben sich deutlicher aus dem Studium der folgenden Beschreibung im Hinblick auf die Zeichnungen. In den Figuren zeigt:

- Fig. 1 ein Blockdiagramm der Vorrichtung, die zum Erzeugen einer Identifikationssignatur eines Individuums verwendet wird;
- Fig. 2 zeigt ein Flußdiagramm, das die Schritte zum Erzeugen der Identifikationssignatur eines Individuums aus Biosensordaten gemäß der Erfindung darstellt;
- Fig. 3 zeigt ein Flußdiagramm, das die Schritte zum Identifizieren eines Individuums darstellt, um zu überprüfen, ob der Eintritt des Individuums in einen gesicherten Bereich zugelassen werden soll;
- Fig. 4 zeigt ein digitalisiertes thermisches Bild des Gesichts eines Individuums;
- Fig. 5 zeigt das Bild der Fig. 4, einschließlich Achsen, die für das Beschneiden verwendet werden;
- Fig. 6 zeigt ein digitalisiertes thermisches Konturenbild des Bildes der Fig. 4 nach der Größennormierung;
- Fig. 7 zeigt das Bild der Fig. 6 nach der Histogrammangleichung;
- Fig. 8 zeigt eine Korrelation von zwei Bildern zum Identifizieren einer Übereinstimmung bestimmter Merkmale der Bilder;
- Fig. 9 zeigt eine detaillierte Darstellung einer elementaren Form; und
- Fig. 10 und 11 zeigen die Korrelationsergebnisse von gut und schlecht übereinstimmenden Bereichen.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum eindeutigen Identifizieren von Individuen durch die Analyse elementarer Formen, die aus Biosensordaten abgeleitet werden, die in n Dimensionen dargestellt werden.

Um die Identität eines Individuums zu bestätigen, muß eine Referenzidentifikation für dieses Individuum erhalten werden. Dies wird ausgeführt, indem ein Thermogramm-Bild des Individuums in einer Speichereinrichtung, wie auf einer Speicherkarte oder in einem Speicher, für den nachfolgenden Vergleich eingetragen oder gespeichert wird. Wenn das Individuum sich für die Identifikation vorstellt, z.B. wenn es Zugang zu einem gesicherten Bereich erhalten möchte, kann so das aktuelle Thermogramm-Bild des Individuums mit der gespeicherten Referenz verglichen werden, um die Identität des Individuums zu bestätigen. Die Vorrichtung zum Erzeugen eines Thermogramm-Bildes des Individuums ist mit Bezug auf Fig. 1 beschrieben.

Ein Positionsdetektor 2 wird dazu verwendet, zu ermitteln, ob das Individuum sich im richtigen Ausschnitt vor einem Bildsensor 4 befindet. Bei der bevorzugten Ausführungsform ist das Gesicht des Individuums der Teil, der vor dem Sensor positioniert wird, mit dem das Thermogramm erzeugt wird. Im vorliegenden Kontext bezeichnet der Begriff Gesicht alle Teile des Kopfes, die von dem Sensor 4 abgebildet werden. Der Grad der Neigung, Drehung und des Kippens kann in bezug auf Polarkoordinaten erfaßt werden, welche die „Gesichtskugel“ definieren, wie unten beschrieben ist. Die bevorzugte Ausführungsform führt zu einem nach oben gerichteten Standardwinkel von 30° zum Gesicht während der Abbildung, wodurch die Möglichkeit verringert wird, daß Haar oder Bekleidung in den minimalen Teil des Gesichts fallen, der für die präziseste Identifikation benötigt wird, wobei dieser Teil der Bereich ist, der zwischen den ungefähr horizontalen Linien, welche durch die obersten Punkte der Augenbrauen gebildet werden, und durch die Nasenlöcher oder den untersten Teil der Nase liegt.

Der Bildsensor 4 umfaßt vorzugsweise eine Platin-Silizid-Sternfeldkamera, obwohl eine Vielzahl von anderen Infrarotabbildungseinrichtungen verwendet werden können, die entweder Felder aufweisen oder abtastend arbeiten. Ferner können andere Typen n-dimensionaler biometrischer Sensoren verwendet werden, einschließlich z.B. magnetische Resonanzabbildungseinrichtungen, digitale Angiographen, Computertomographen, Sonographen, radioisotope Abbildungseinrichtungen und Röntgeneinrichtungen. Infrarotabbildungseinrichtungen, welche Strahlungen in den Bereichen von 3-6 oder 8-14 μm erzeugen, werden bevorzugt, weil thermische Daten von den Individuen passiv und sofort ohne Risiko für das Individuum erfaßt werden können.

Die Kamera 4 erzeugt ein analoges Bild des Gesichts des Individuums, wobei der Intensitätspegel direkt proportional zur absoluten Temperatur bei den Punkten in dem Gesicht ist, wobei die Größe der Punkte abhängig ist von der verwendeten Abbildungseinrichtung.

Das analoge Bild wird zur Analyse an eine Bildverarbeitungseinrichtung oder Bildprozessor 6 gesandt. Der Prozessor umfaßt einen Analog-Digital-Wandler 8, der eine Bilderfassungsschaltung aufweist, um das analoge Bild, welches erzeugt wird, zu erfassen und für die Analyse in ein digitales Format umzuwandeln. Wenn Abbildungssensoren verwendet werden, die ein digitales Bild erzeugen und ausgeben, benötigt man natürlich keinen zusätzlichen Analog-

Digital-Wandler in dem Prozessor. Das digitale Bild wird vorübergehend in einem Bildspeicher 10 gespeichert.

Ein Feldprozessor 12 verwendet einen RISC-Co-Prozessor für die beschleunigte Verarbeitung von Algorithmen in Verbindung mit Datenfeld-Dateien. Übliche Software und Firmware 14 enthält die Routinen zum Anwenden der Algorithmen auf das unverarbeitete digitale Bild, um bestimmte Daten für die Analyse und den Vergleich zu extrahieren, wie unten mit weiteren Einzelheiten beschrieben ist. Log- und Steuerfunktionen werden ebenfalls von der Software ausgeführt.

Ein externer Speicher und eine Lese/Schreibeinrichtung 16 ist mit dem Bildprozessor 6 über eine Schnittstelle 18 verbunden. Die Lese/Schreibeinrichtung wird dazu verwendet, digitale Informationen von einer Karte oder einem Plattenmedium, die/das bestimmte Informationen enthält, wie eine Signatur des Bildes, das verarbeitet oder verglichen wird, zu lesen und zu schreiben.

Eine Seriell/Parallel-Schnittstelle 20 wird dazu verwendet, Eingaben und Ausgaben zwischen dem Positionsdetektor, einer Kamerasteleinrichtung und anderen Arten von Zugangssteuer-einrichtungen, wie einer Übertragungsverbindung zu einer Hostdatenbank 22 bereitzustellen. Die Verbindung wird dazu verwendet, den Datenaustausch zwischen dem Bildprozessor und einem Hostrechner für die Abfrage der Datenbank, die statistische Aufzeichnung und andere administrative Funktionen vorzusehen.

Eine Tastatur 24 und eine Tastaturschnittstelle 26 werden dazu verwendet, Information, die gespeichert und zusammen mit der Bildinformation verwendet werden soll, manuell einzugeben. Die Tastatur wird auch dazu verwendet, für die Diagnose mit dem Gesamtsystem zu kommunizieren.

Die CPU 28 verwaltet die Eingaben/Ausgaben, Verwaltungs- und Kommunikationsfunktionen. Die meisten der Algorithmen/Routinen werden von dem Feldprozessor verarbeitet. Schließlich ist eine Energieversorgung 30 vorgesehen, um den Bildprozessor 6 zu versorgen.

Den Einschreibeprozess ist mit Bezug auf Fig. 2 beschrieben. Das einzuschreibende Individuum entfernt seine Brille, falls vorhanden, weil eine Brille das thermische Bild verzerrt, und

schaat in die reflektierende Oberfläche des Abbildungssensors. Um ein gültiges Bild zu erhalten, ist es wichtig, daß das Subjekt innerhalb des Bildrahmens zentriert ist.

Die Aufsichtsperson löst dann die Dateneingabe 32 durch Aktivieren des Bildsensors aus, um ein analoges thermisches Bild 34 des Gesichts des Subjekts gemäß dessen thermischen Energiemuster aufzunehmen. Das Bild wird auf Gültigkeit und Deutlichkeit getestet 36, und wenn es ungenügend ist, wird ein analoges Ersatzbild erzeugt. Ein Beispiel eines analogen thermischen Bildes eines Individuums ist in Fig. 4 gezeigt.

Das thermische Bild wird in ein digitales Format umgewandelt, wobei ein Beispiel hiervon in Fig. 5 gezeigt ist. Die digitale Darstellung ist im wesentlichen eine Matrix oder ein Feld aus Pixeln. Die Intensität jedes Pixels entspricht dem Pegel der thermischen Energie eines entsprechenden Teils des analogen thermischen Bildes. Die digitalen Rasterdaten werden für die nachfolgende Nomierung und Merkmalsextraktion gespeichert 38.

Aus der digitalen Darstellung des Bildes wird der Rand des Gesichts erfaßt 40, wobei herkömmliche Kantenerfassungstechniken verwendet werden. Als nächstes wird eine vertikale Achse Y erzeugt, indem eine Linie durch die Symmetriezentren der vier horizontalen Abtastlinien gezogen wird, welche in den mittleren 30 % des Bildes liegen. Eine sekundäre horizontale Achse X_1 wird erzeugt, indem eine Linie durch das ungefähre Zentrum der zwei heißesten Bereiche (d. h. der Bereich größter Intensität) gezogen wird, eine an jeder Seite der Nasenbrücke in der Nähe der Nebenhöhlen. Diese Linie wird eingestellt, so daß sie senkrecht zu vertikalen Achse Y ist. Als nächstes wird eine primäre horizontale Achse X_2 erzeugt, indem eine horizontale Linie erzeugt wird, die parallel zur sekundären horizontalen Achse ist und gegenüber dieser Linie um einen vorgegebenen Prozentsatz der Pixelzahl der horizontalen Achse nach unten versetzt.

Ein Teil des Bildes – der als eine Gesichtskugel bezeichnet wird – wird konstruiert 24, indem der größte Kreis gebildet wird, der vollständig innerhalb des Gesichtsbereichs liegt. Im allgemeinen gibt es nur eine Zentrumsposition für den größten Kreis. Wenn mehr als eine Zentrumsposition gefunden wird, wird die am meisten mittig liegende Position verwendet, die durch Vergleichen symmetrischer Merkmale der thermischen Signaturen der Nebenhöhlen und Backen des Individuums ermittelt wurde. Wenn einmal die Grenze der Gesichtskugel

definiert ist, werden alle Daten außerhalb der Grenze verworfen, um eine nicht-normierte Gesichtskugel zu erzeugen.

Die Gesichtskugel wird hinsichtlich der Größe durch Messen und Skalieren mittels bilinearer Interpolation normiert 44, um eine Standardgröße zu erzeugen (Fig. 6). Dann wird das Bild nach minimalen und maximalen Pegel innerhalb eines vorgegebenen Rechtecks abgetastet, welches die Merkmale des Augenbereichs, Nasenbereichs und Backenbereichs umfaßt, welche die elementaren Formen enthalten. Diese Messungen werden dazu verwendet, eine bestimmte Ausgleichskorrekturtransformation (Merkmalverstärkung) zu erzeugen, um ein Standardhistogramm 46 zu erhalten. Diese Transformation wird dann auf alle Daten in der Gesichtskugel angewendet, um eine neue abgegliche Gesichtskugel zu erzeugen, wie in Fig. 7 gezeigt. Die normierte Gesichtskugel kann in einer Datenbank und/oder auf einer Identifikationskarte gespeichert werden.

Die Analyse der normierten Gesichtskugel wird durch Merkmalsextraktion 48 ausgeführt, wobei elementare Formen der heißesten und kältesten thermischen Konturen identifiziert werden, welche den Nebenhöhlen, Backen und der Nase entsprechen. In dem Bild der Fig. 7 sind elementare Formen A, B, C und D gezeigt.

Eine elementare Form oder Elementarform ist eine Kontur in dem n-Raum, deren Form bezogen ist auf den Umfang, die Intensität und die Dauer des Ausgangssignals von einem Biosensor, die als ein n-dimensionales Bild dargestellt werden. Eine elementare Form ist die kleinste Wiedergabe verschachtelter konzentrischer Konturen, die um eine interessierende Position herum zentriert sind. Die Position und Kontur der elementaren Form wird durch die physiologischen Merkmale bestimmt, die von dem Biosensor erfaßt werden. Die Größe der elementaren Form, die in dem Bild dargestellt ist, wächst oder schrumpft als eine Funktion von Parametern, die zu dem Biosensor, Prozeduren für seinen Gebrauch und dem Abbildungssystem gehören. Diese Parameter umfassen:

- a die Empfindlichkeit des Biosensors;
- b die Schwellwerteinstellungen für die Intensitätspegel des Bildes;
- c der Abstand zwischen Sensor und Subjekt;
- d die Auflösung oder Punktgröße des Biosensors;
- e Unschärfe- und Dämpfungseffekte des obenliegenden Gewebes;

- f Bewegungen, durch die die Position geändert wird, während der Abbildung;
- g zwischengeschaltete Wandler und Gele;
- h Artefakte, welche durch die Abbildungs- und Anzeigesysteme eingefügt werden;
- i dynamische Veränderungen in dem physiologischen System während der Abbildung;
und
- j Veränderungen, welche durch Prüf- und Behandlungsverfahren eingeführt werden.

Die interessierenden Positionen hängen von dem Objektiv und dem Biosensor ab. Im Fall der thermischen Abbildung für die Identifikation werden die primären elementaren Formen in den Bereichen der Nebenhöhlen, der Backen und der Nase lokalisiert. Die elementare Form kann als ein Fraktal verwendet werden, um eine Kompression der Daten von dem Biosensor durchzuführen. Durch Auswählen elementarer Formen, die in den Bereichen des größten Interesses liegen, kann eine Bildkompression mit vernachlässigbarem Risiko, daß die wichtigste Information durch Kompression und Dekompression verloren geht, durchgeführt werden. Die elementaren Formen können ferner dazu verwendet werden, eine Datenbank komprimierter Bilder abzusuchen, um eine Übereinstimmung zwischen bekannten und unbekannten Subjekten zu finden; um in einem bekannten Subjekt von Zeit zu Zeit Änderungen zu identifizieren; oder um nach einer bekannten Bedingung, die bei mehreren Subjekten auftritt, zu suchen.

Durch die Merkmalsextraktion einer normierten Gesichtskugel kann eine Signatur des Individuums definiert und gespeichert werden. Drei verschiedene Techniken können für die Merkmalsextraktion verwendet werden.

Die bevorzugte Technik der Merkmalsextraktion ist die Nachbildung von Bit-Abbildungen geometrischer Bereiche, von denen bekannt ist, daß sie die elementaren Formen enthalten. Da die fünf Bereiche, welche Merkmale enthalten, identifiziert wurden, können sie einfach gestützt auf eine Standardgruppe von Vorlagen ausgeschnitten werden. Diese abgebildeten Bereiche werden zusammen mit Informationen darüber extrahiert, wo sie von der ursprünglichen Gesichtskugel aufgenommen wurden, und nachher für den späteren Vergleich gespeichert.

Eine zweite Technik ist die geometrische Analyse, wobei elementare Formen identifiziert und als eine Formen-Vektortabelle abgebildet und zusammen mit der Position ihres Schwerpunktes in der ursprünglichen Gesichtskugel gespeichert werden.

Schließlich kann die mathematische Analyse von Fraktalen verwendet werden. Mit dieser Technik wird eine bestimmte elementare Form identifiziert und als eine Fraktal-Darstellung zusammen mit Informationen gespeichert, die sich auf ihre Position in der ursprünglichen Gesichtskugel bezieht.

Unabhängig von der Technik für die Merkmalsextraktion wird die extrahierte Datendatei autokorreliert 50 und auf ihre Gültigkeit getestet 52, um eine richtige Signatur des Individuums zu erzeugen 54. Die Daten werden dann in einer Speichereinrichtung gespeichert oder auf eine Gesichtskarte 56 geschrieben, um eine permanente Aufzeichnung der Signatur vorzusehen.

Die Erfindung eignet sich besonders zur Verwendung in Verbindung mit dem Zugang zu Sicherheitsbereichen oder den Zugangsschutz durch Erkennung autorisierter Individuen. Die Verwendung der Erfindung für den autorisierten Zugang zu sicheren Bereichen ist mit Bezug auf Fig. 3 beschrieben.

Ein Individuum, das Zugang durch eine kontrollierte Kontrollstelle erhalten möchte, wird an der Eingangstür 58 erfaßt. Das Individuum positioniert sich im Verhältnis zu einer Bildsensorkamera 60 und die Positionierung wird überprüft 62, so daß ein volles Bild des Gesichts des Individuums erhalten wird. Das Subjekt fügt eine Gesichtskarte, welche die Signatur des Subjekts trägt, in einen Datenleser 64 ein. Die Signatur auf der Karte dient als eine Referenz für den Vergleich mit einer neuen Signatur, welche durch die Schritte 34-48 erzeugt wird, die oben in Verbindung mit Fig. 2 beschrieben wurden.

Nach der Merkmalsextraktion im Schritt 48 wird eine Korrelationsanalyse 66 durchgeführt, um das Referenzdatenbild von der Karte mit den Daten zu vergleichen, welche aus dem aktuell erzeugten Bild abgeleitet wurden.

Für die statistische Analyse wird spezieller eine Kreuzkorrelation ausgeführt, bei der eine elementare Form der Referenz-Gesichtskugel mit einem Bereich der aktuell vorgestellten Gesichtskugel korreliert wird. Diese Korrelation ist in Fig. 8 in bezug auf die elementare Form B dargestellt. Der Bereich wird so eingestellt, daß er alle möglichen Transpositionen des thermischen Merkmals umfaßt, das sich aufgrund einer Verdrehung, Neigung oder Kippens entwe-

der der Gesichtskugel zu dem Bildsensor oder durch Variationen des Bildsensors ergeben könnten.

Eine detaillierte Darstellung der elementaren Form B ist in Fig. 9 gezeigt. Der Merkmalsbereich ist durch minimale und maximale Werte der Koordinaten a und b begrenzt. Die Korrelationsmatrix C (x, y) wird abgeleitet aus:

$$\sum_{a=a_{\min}}^{a_{\max}} \sum_{b=b_{\min}}^{b_{\max}} |R(a, b) - U(a-x, b-y)|$$

wobei R(a, b) die Referenzgesichtskugel ist und U(a, b) die unbekannte aktuelle Gesichtskugel ist.

Wenn die resultierende Kreuzkorrelationsmatrix ein globales Minimum enthält, wird dieses Minimum mit einem vorgegebenen Schwellwert verglichen, der eine erforderliche Anpassungsqualität für die Erkennung darstellt 68.

Wenn das globale Minimum unter dem Schwellwert liegt, wird erkannt, daß die aktuelle Gesichtskugel gleich der Referenz ist 70; und der Zugang zu dem sicheren Bereich wird zugelassen 72. Ein Eintrittsbericht wird erstellt 74, und das System geht in seinen Ruhezustand zurück 76. Eine gute Übereinstimmung ist in Fig. 10 gezeigt.

Wenn das globale Minimum über dem Schwellwert liegt, werden andere lokale Minima bewertet. Wenn die Kreuzkorrelationsmatrix mehr als ein lokales Minimum enthält, wird jedes Minimum untersucht, wobei beim Zentrum der Matrix begonnen wird und nach außen fortgeschritten wird. Ein lokales Minimum wird als gültig und von Interesse betrachtet, wenn es das Zentrum mehrerer konzentrischer Konturen mit zunehmenden Wert ist. Die Dichte und Anzahl der konzentrischen Konturen wird berechnet, d. h. die Anzahl der konzentrischen Ringe, welche um das lokale Minimum innerhalb der Matrix auftreten. In Fällen, in denen das lokale Minimum in der Nähe des Randes der Kreuzkorrelationsmatrix auftritt, werden unvollständige Ringe so gezählt, als ob sie vollständig wären. Ein lokales Minimum, das nicht wenigstens die minimale Anzahl von Ringen aufweist (die auf zwei oder mehr eingestellt ist), wird verworfen, und das nächste Minimum wird betrachtet. Wenn ein lokales Minimum wenigstens

die minimale Anzahl von Ringen aufweist, wird es mit dem Schwellwert verglichen. Wenn es niedriger ist, wird die aktuelle Gesichtskugel als die Referenz oder bekannte Person erkannt.

Wenn zuviele Vergleiche durchgeführt werden, bei denen das globale Minimum über dem Schwellwert liegt 78, ermittelt das System, daß das Individuum nicht mit der Referenz aus der Identifikationskarte übereinstimmt. Eine schlechte Übereinstimmung ist in Fig. 11 gezeigt. Eine Löschsequenz wird gestartet 80, ein Zugangsverweigerungsbericht wird ausgegeben 82, und das System geht in den Ruhezustand zurück, ohne dem Individuum Zugang zu gewähren.

Anstatt ein aktuelles thermisches Bild mit dem zu vergleichen, welches über eine Identifikationskarte eingegeben wird, kann der Vergleich auch mit einer Anzahl bekannter Gesichtskugeln durchgeführt werden, die in dem Systemspeicher gespeichert sind und thermischen Bildern autorisierter Individuen entsprechen.

Wenn kein globales Minimum gefunden wird, das den Schwellwerttest einer ersten gespeicherten Gesichtskugel erfüllt, wird die unbekannte oder aktuell erzeugte Gesichtskugel mit der nächsten bekannten Gesichtskugel in dem Speicher abgestimmt.

Wenn zusätzliche Sicherheit erforderlich ist, können mehrere elementare Formen zwischen bekannten und unbekannten Gesichtern verglichen werden, bevor die Erkennung beansprucht wird. Im Falle des Vergleichs eines vorgestellten Gesichts mit dem Gesicht, das auf einer Identifikationskarte dargestellt ist, ergibt ein solcher Durchlauf durch den Vergleichsalgorithmus die erforderliche Entscheidung über die Übereinstimmung. Im Falle, daß ein vorgestelltes Gesicht mit einer Datenbank bekannter Gesichter abgestimmt wird, wird die Suche beschleunigt, wenn die Datenbank nach ähnlich geformten elementaren Konturen geordnet ist.

Die elementaren Formen können unter Verwendung einer Fraktaldarstellung der bekannten oder unbekannten Gesichter betrachtet werden. Wenn die Datenbank fraktal-komprimierte Gesichtssignaturen enthält, kann die Suche zunächst die elementaren Formen vergleichen und dann die fraktal-kodierten Muster, anstatt daß jedes bekannte Kandidatengesicht vor der Korrelation zunächst dekomprimiert werden muß.

Der Schwellwert wird für eine bestimmte Hardwareausführung und Anwendung auf adaptive Weise eingestellt, so daß er bekannte Gesichter erkennt, auch wenn sie noch einen vernünftigen Umfang an mangelnder Übereinstimmung in Position und Orientierung sowie in Gesicht- und Umgebungstemperaturbereichen haben, und dennoch nicht unbekannte Gesichter mit ähnlichen bekannten Gesichtern verwechselt.

Für die geometrische Analyse wird eine Gesichtskugelsignatur von einer Karte gelesen, welche das Individuum in einen Kartenleser eingibt. Die Daten von der Karte werden als eine Referenz für den Vergleich mit den neu erfaßten Daten verwendet. Alternativ kann auf die Referenzsignatur über eine zentralisierte Datenbank mit Hilfe eines Tastaturbefehls, Stimmbefehls oder eine andere Art von Identifikatoren zugegriffen werden. Die gefundene Datei wird dann an die Datei mit den Gesichtskugeldaten angehängt. Der Gesichtskugelbereich der Suche wird durch die Position des Schwerpunkts der extrahierten ursprünglichen Gesichtskugelform \pm ein vorgegebener Prozentsatz der größten Dimension in horizontaler und vertikaler Richtung definiert. Die Ergebnisse des Vergleichs werden dann in einer getrennten Ergebnisdatei abgebildet. Eine Form-Vektorabbildung und -Pixelposition des Schwerpunkts werden in der Datei gespeichert.

Die resultierende Vektorabbildung und der Schwerpunkt werden mit der ursprünglichen Signaturdatei verglichen und die Ergebnisse werden aufgezeichnet. Diese Ergebnisse werden dann mit einem vorgegebenen Satz von Schwellwertdaten verglichen, die zur Bestimmung der Wahrscheinlichkeit der Übereinstimmung verwendet werden. Jedes Merkmal wird einzeln, gestützt auf eine Rangordnung analysiert, und gestützt auf das vorhergehende Ergebnis wird eine Entscheidung getroffen, ob weitere Merkmale verglichen werden. Dann wird ein Einzeldurchgang-Fehlerergebnis ausgegeben.

Für die Fraktalanalyse schließlich wird die ursprüngliche Signaturdatei entweder von der Karte gelesen, welche das Individuum mit sich trägt, oder auf die Datei wird von einer zentralen Datenbank mittels eines Tastaturbefehls, eines Stimmbefehls oder einer anderen Art von Identifikator zugegriffen. Die gefundene Datei wird dann an die Datei mit den Gesichtskugeldaten angehängt. Für die Fraktalanalyse wird der Suchbereich der Gesichtskugel durch die Position des extrahierten Fraktals in der ursprünglichen Gesichtskugel zu einem vorgegebenen Prozentsatz der dekomprimierten Fraktalform in vertikaler und horizontaler Richtung

definiert. Die Ergebnisse der Suche und des Vergleichs werden dann in einer getrennten Ergebnisdatei abgebildet.

Die resultierenden Anpassungsdaten und die Position der besten Übereinstimmung werden mit der ursprünglichen Signaturdatei verglichen, und die Ergebnisse werden aufgezeichnet. Diese Ergebnisse werden dann mit einem vorgegebenen Satz von Schwellwertdaten verglichen, die dazu verwendet werden, die Wahrscheinlichkeit der Übereinstimmung zu ermitteln. Jedes Merkmal wird einzeln gestützt auf eine Rangordnung analysiert, und es wird gestützt auf das vorhergehende Ergebnis einer Entscheidung getroffen, zusätzliche Merkmale zu vergleichen. Dann wird ein Einzeldurchgang-Fehlerergebnis ausgegeben.

Es wurden hier eine vollständig sichere Vorrichtung und ein Verfahren für das positive und eindeutige Identifizieren eines Individuums sowie ein Sicherheitssystem beschrieben und gezeigt, welches die Identifikationseinrichtung und das Verfahren nutzt. Während bestimmte Ausführungsformen der Erfindung beschrieben wurden, soll die Erfindung hierdurch nicht beschränkt werden, und es ist beabsichtigt, daß die Erfindung in ihrem Bereich breit ist und die Beschreibung entsprechend gelesen wird. Während also ein bevorzugter Algorithmus für die Identifikation beschrieben wurde, kann der Algorithmus auf viele Arten verändert und verbessert werden. Die Kriterien für die Ermittlung, daß eine Übereinstimmung gefunden wurde, können ferner gemäß zahlreicher Anforderungen eingestellt werden. Abhängig von dem Niveau der erwünschten Sicherheit, der Speicherkapazität der Karte und der Genauigkeit des vorgesehenen Systems kann somit eine Übereinstimmung festgestellt werden, wenn sich herausstellt, daß eine oder mehrere Elementarformen ähnlich sind.

Während bestimmte Elementarformen und die Qualität der Anpassungskriterien als bevorzugt für die Ermittlung der Identität des Individuums beschrieben wurden, wird der Fachmann erkennen, daß abhängig von der gewünschten Genauigkeit des Systems mehr oder weniger Parameter sowie andere Parameter verwendet werden könnten. Während die Erörterung sich bezog auf das Erhalten von Informationen in bezug auf ein Gesichtsbild aus einer Vorderansicht durch eine abtastende thermische Abbildungseinrichtung, die im Bereich zwischen 3 bis 6 μm empfindlich ist, wird man verstehen, daß die Information auch durch andere Arten von thermischen Abbildungseinrichtungen bei anderen Wellenlängen sowie durch andere Arten von Biosensoren, deren Ausgangssignale als n-dimensionale Bilder dargestellt werden können, erhalten werden können. Die Techniken der Erfindung können auch dazu verwendet

werden, Tiere oder Anomalitäten im Körper, wie Migräne, Entzündungen, Arthritis, Arterienverstopfungen oder das Vorkommen von falschem Gesichtshaar zu identifizieren.

Während bestimmte Biosensordaten beschrieben wurden, wird der Fachmann verstehen, daß abhängig von der gewünschten Genauigkeit des Systems weniger oder mehr Biosensoren sowie andere Biosensordatendarstellungen verwendet werden könnten. Während die Speicherung von Referenzsensordaten vorzugsweise in der Form einer Grauskalenaufzeichnung mit 8 Bitdaten in einem Feld von wenigstens 256 x 240 Pixeln erfolgt, können die Angaben der Werte auf viele Weise erhalten und gespeichert werden. Die Informationsspeichereinrichtung auf der Informationskarte könnte z. B. von einem laminierten Magnetstreifen bis zu einem eingebetteten integrierten Schaltkreis, bis zur Kodierung durch Laserverformung auf einer Metallkarte reichen.

Weiterhin wird man verstehen, daß die Recheneinrichtung stark variieren könnte, weil verschiedene Arten von Computern und Dateneingabeeinrichtungen verwendet werden können. Verschiedene Techniken können auch dazu verwendet werden einzurichten, daß das zu identifizierende Gesicht mit dem abbildenden Biosensor ausgerichtet ist, und zahlreiche Korrelationstechniken können für das Absuchen einer Datendatei für die beste Übereinstimmung oder für den Vergleich der Bilder, die sich aus einer vorgelegten Karte und von dem Karteninhaber ergeben, verwendet werden.

692 32 024.5-08

P 30037 (L)

Prokoski, Francine J. et al.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Identifizieren eines Individuums aufgrund von Biosensordaten, mit folgenden Verfahrensschritten:
 - (a) Erzeugen eines thermischen Bildes eines Teils des Körpers eines Individuums gemäß dessen thermischen Energiemuster;
 - (b) Erzeugen einer digitalen Darstellung des thermischen Bildes, wobei die digitale Darstellung eine Pixelmatrix umfaßt, wobei die Intensität jedes Pixels dem Niveau der thermischen Energie eines entsprechenden Teils des Bildes entspricht;
 - (c) Eliminieren von Variablen aus der digitalen Darstellung durch Normalisierung;
 - (d) Lokalisieren von Bereichen konstanter thermischer Energie innerhalb der normalisierten digitalen Darstellung, wobei die Bereiche konstanter thermischer Energie thermische Konturen definieren, welche Elementarformen des Bildes wiedergeben, wobei die Elementarformen jeweils eine konstante Schwerpunktposition und Kontur für das Individuum aufweisen; und
 - (e) Speichern des normalisierten digitalen Bildes und der Elementarformen als eine eindeutige Darstellung des Individuums.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Normalisierens das Beschneiden des Bildes auf einen Bereich minimaler thermischer Variation über der Zeit und maximaler Eindeutigkeit umfaßt.
3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei der beschnittene Bildbereich einen Teil des Gesichts, einschließlich der Augen und der Nase des Individuums umfaßt.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, wobei der Schritt des Beschneidens ausgeführt wird durch
 - (1) Erfassen der Kanten des Bildes;
 - (2) Definieren vertikaler und horizontaler Achsen des Bildes in bezug auf dessen Intensitätsniveaus; und
 - (3) Löschen von überschüssigen Teilen des Bildes.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Schritt des Normalisierens ferner das Standardisieren der Größe des Bildes durch Messen eines interessierenden Feldes und Skalieren des Feldes umfaßt, um das Bild mit einer Standardgröße zu bewahren und zu rekonstruieren.
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Schritt des Normalisierens ferner das Ausgleichen des Bildes auf ein Standardhistogramm gemäß bestimmten Merkmalsbereichen des Bildes umfaßt.
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, mit dem weiteren Schritt des Identifizierens von Bereichen des Bildes, welche interessierende Elementarformen enthalten.
8. Verfahren nach Anspruch 7, mit dem weiteren Schritt des Speicherns wenigstens eines Teils jedes Bereichs, der eine Elementarform enthält, in bezug auf seine Position in dem Bild in einem Speicher.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, wobei jeder der Bereiche durch eine geometrische Analyse, eine mathematische Analyse von Fraktalen oder als eine Bitabbildungswiedergabe des Bereichs definiert wird, um eine Signatur des Individuums vorzusehen.
10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, mit dem weiteren Schritt des Vergleichens einer zuvor definierten Bezugssignatur eines Individuums mit einer momentan definierten Signatur des Individuums, um die Identität des Individuums zu bestätigen.
11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei der Schritt des Vergleichens mittels Korrelationstechniken durchgeführt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, wobei der Schritt des Vergleichens die Abstimmung der Position und Konfiguration jeder der Elementarformen umfaßt.
13. Verfahren nach Anspruch 12, mit dem weiteren Schritt des adaptiven Einrichtens eines Schwellwertes für den Abgleich zur Bestätigung der Identität des Individuums, wobei

der Schwellwert getroffen werden muß, um die Identität des Individuums zu bestätigen.

14. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Teil des Körpers des Individuums das Gesicht umfaßt und wobei das normalisierte Bild Elementarformen umfaßt, welche wenigstens den Augen und der Nase des Individuums entsprechen.

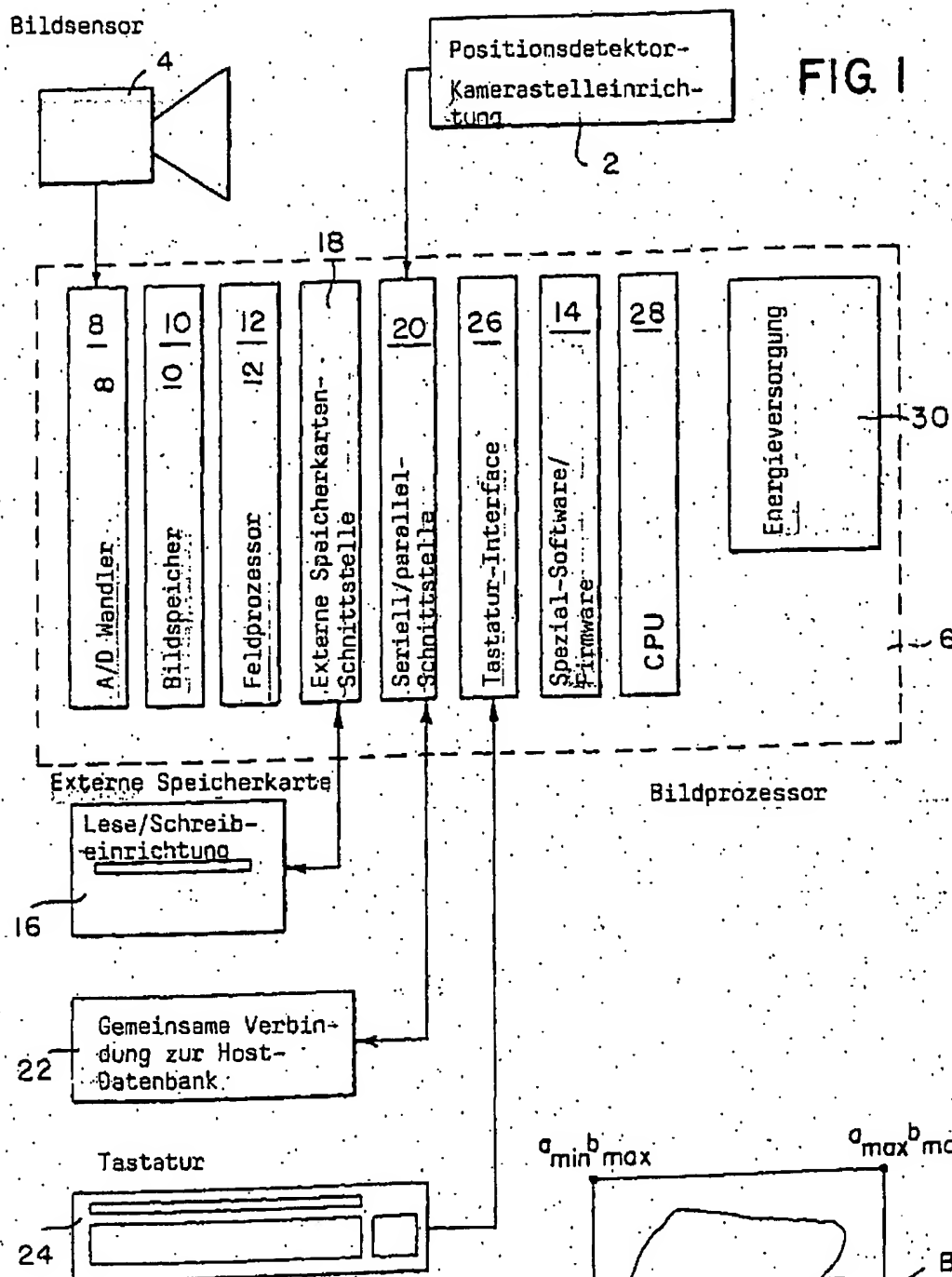


FIG 9

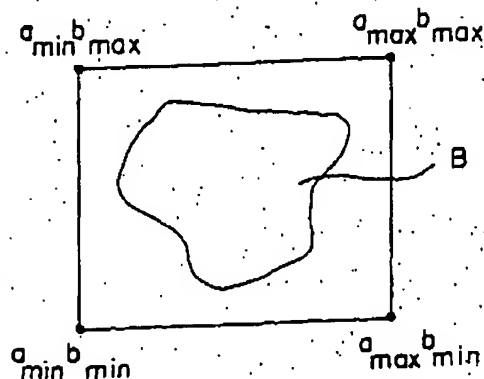
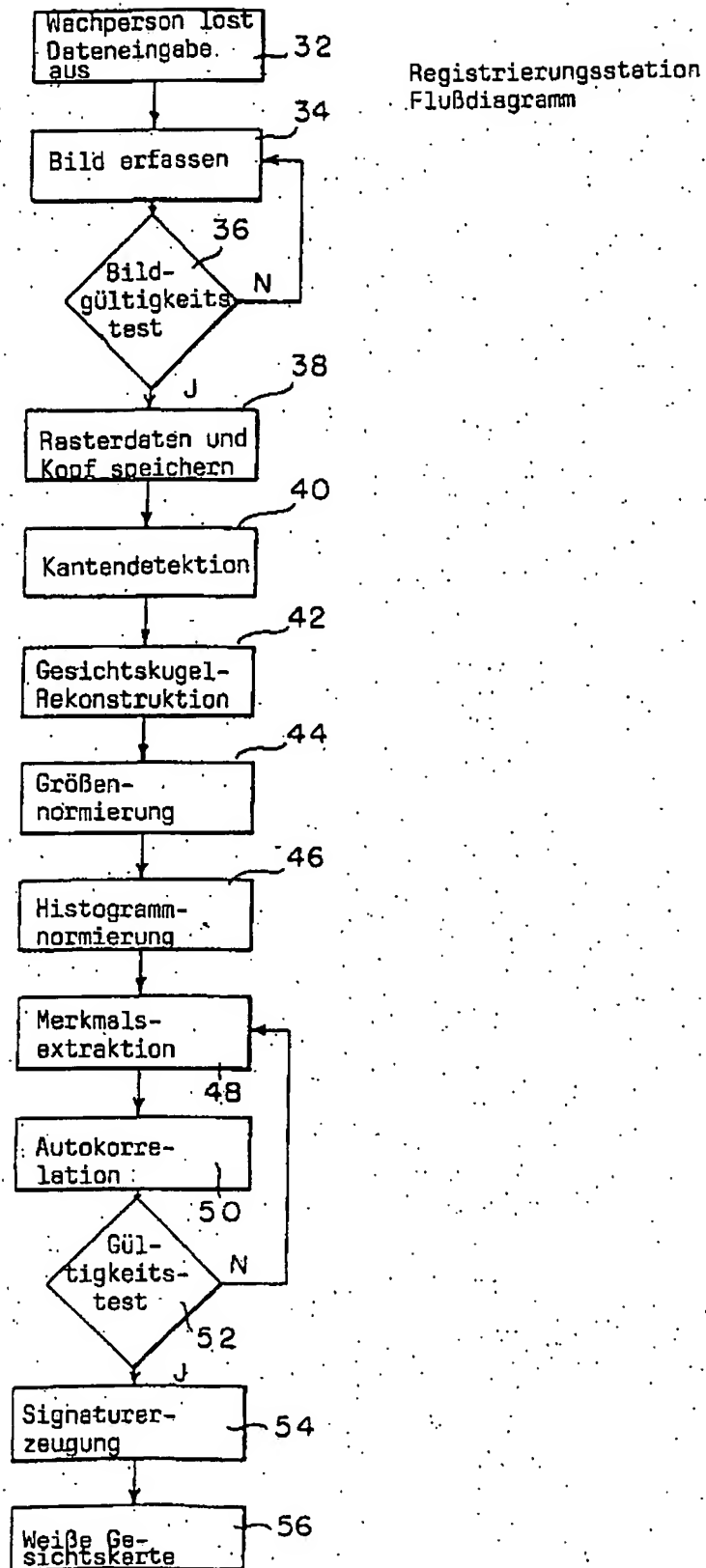
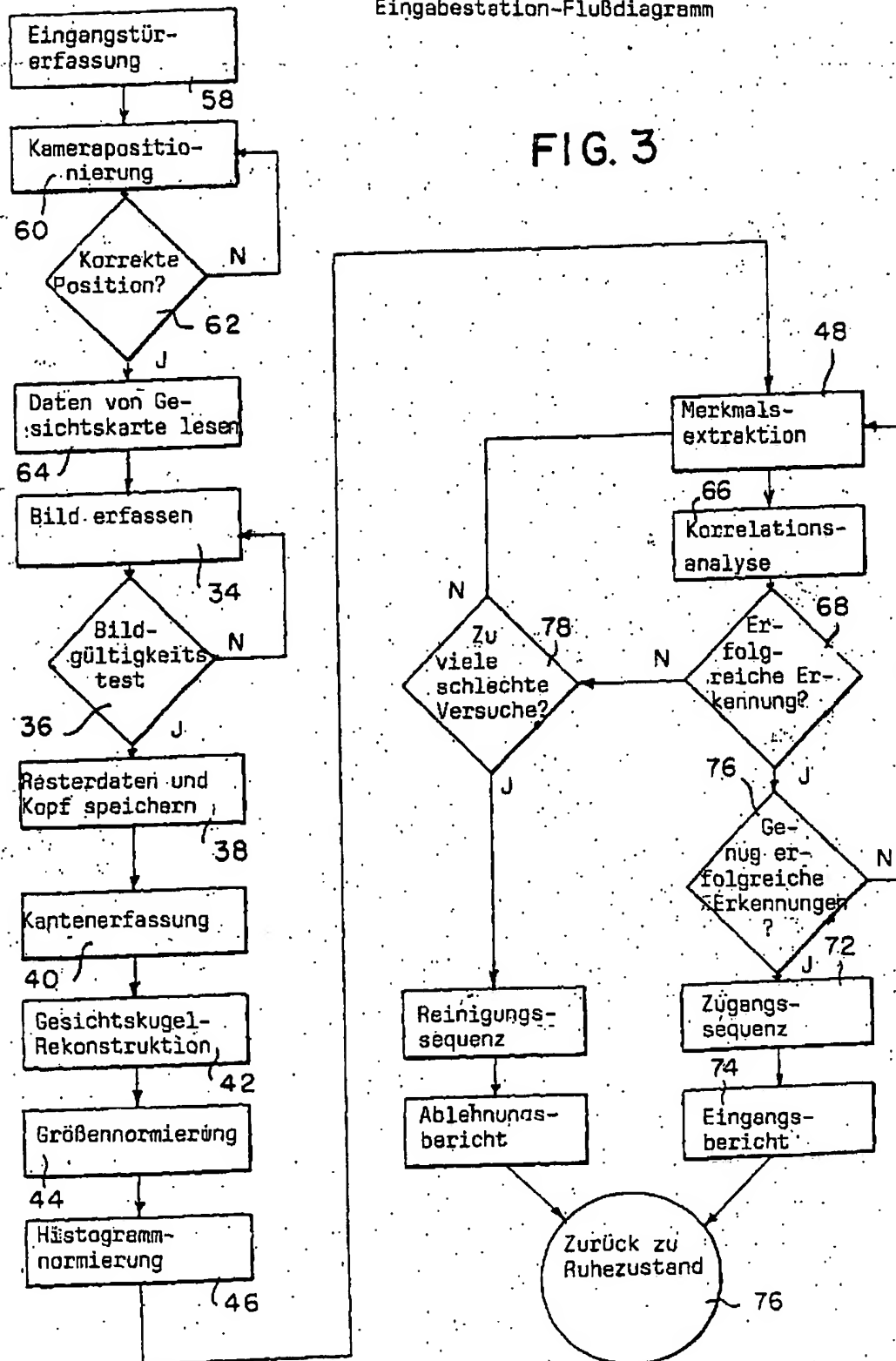


FIG. 2



Eingabestation-Flußdiagramm

FIG. 3



4 / 8

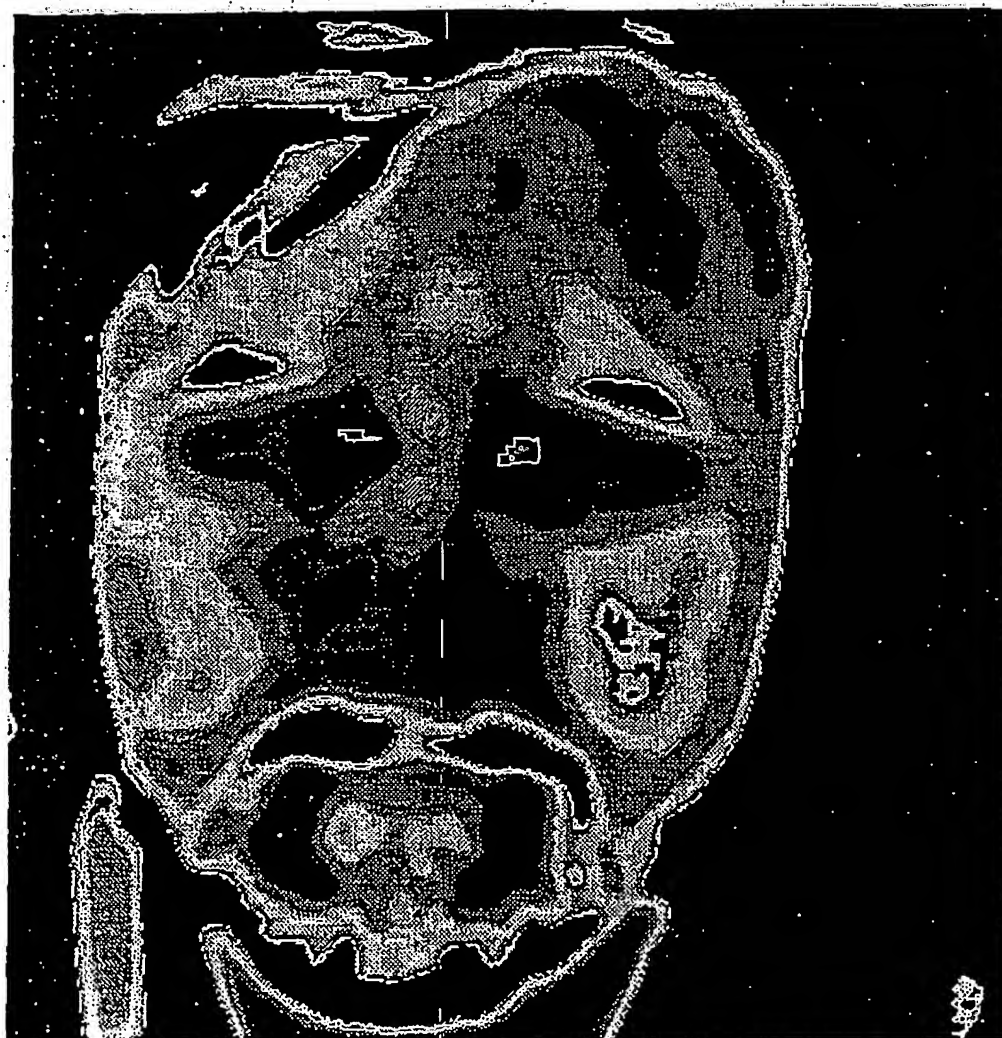


FIG. 4

5/8

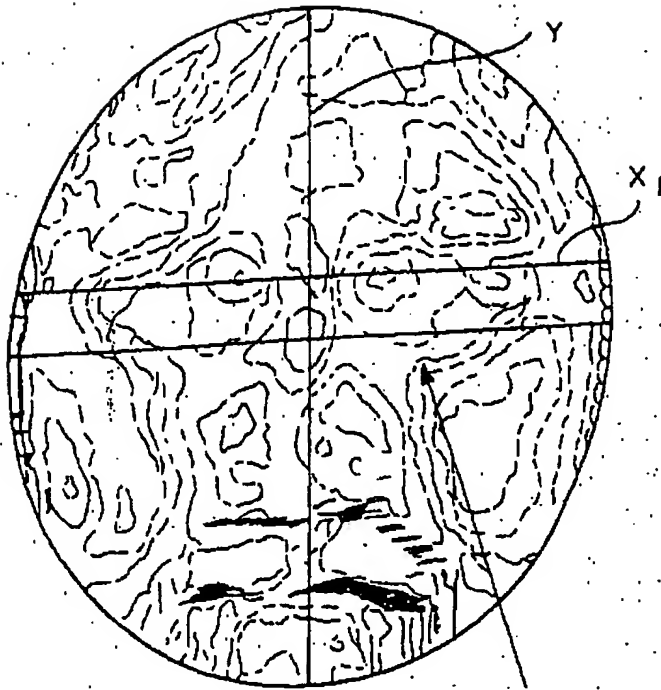


FIG. 5

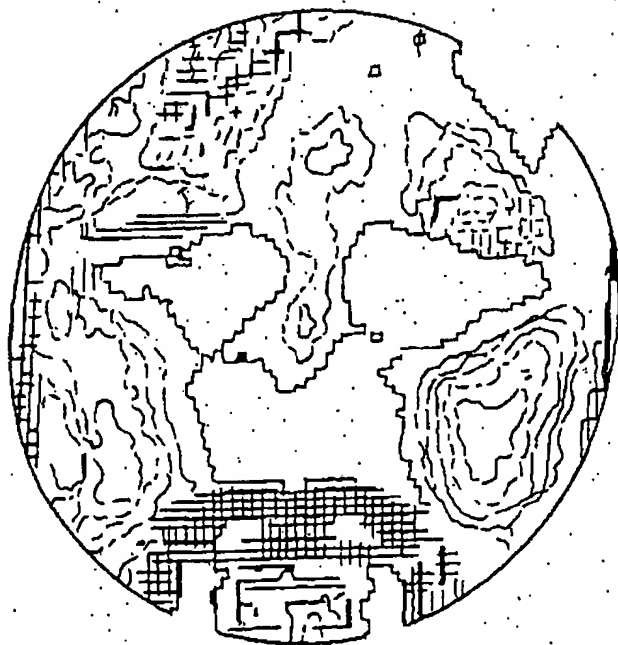


FIG. 6

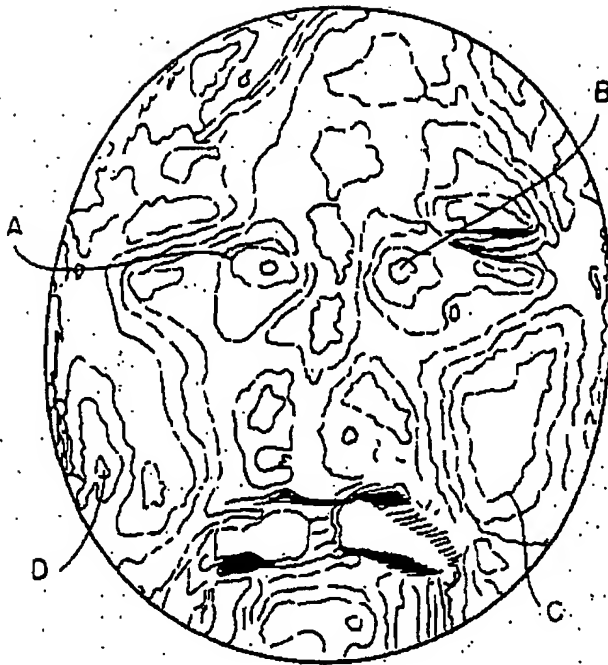


FIG. 7

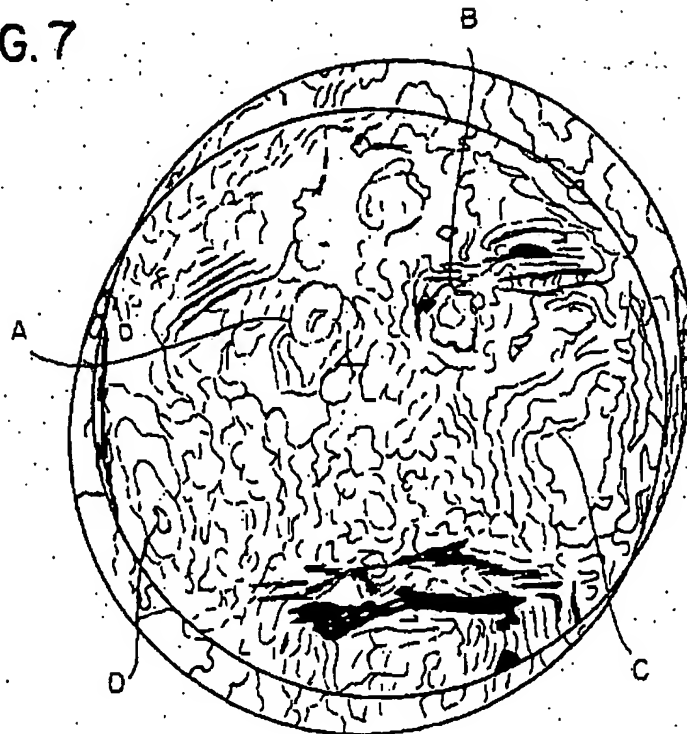


FIG. 8

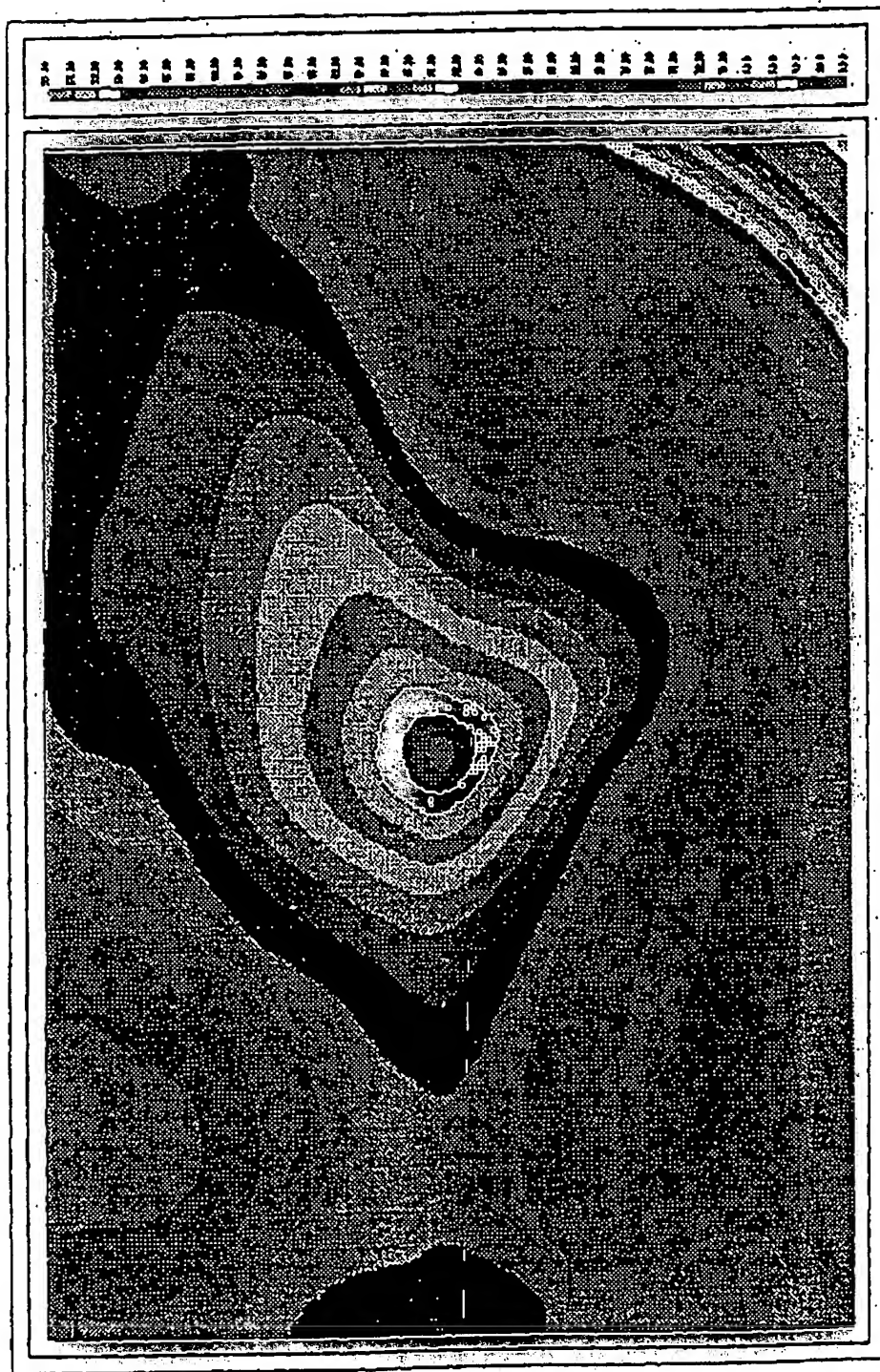


FIG.10

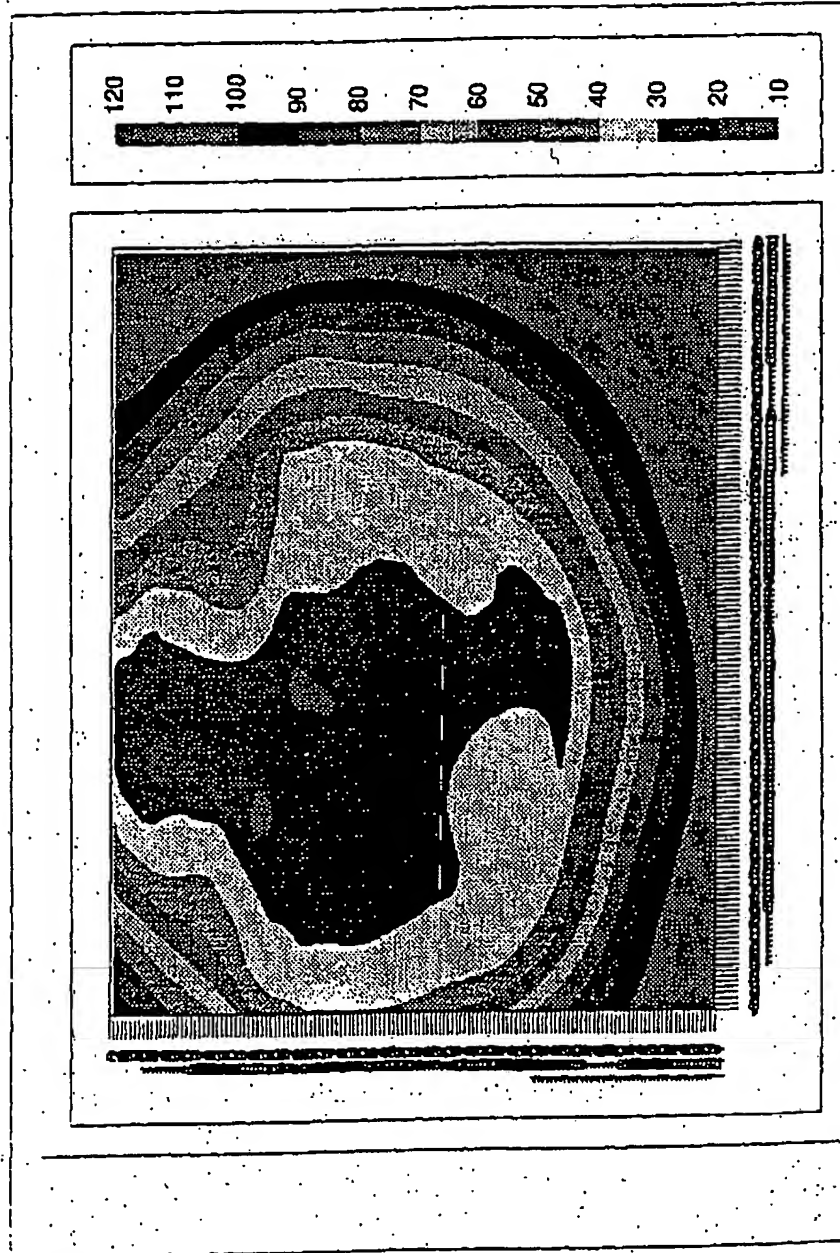


FIG. 11

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.